

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

APPLICANT(S): Kaoru Koike, et.al. 
SERIAL NO. 10/080,104
DATE FILED February 21, 2001
INVENTION: "MASK-MAKING MEMBER AND ITS PRODUCTION METHOD,
MASK AND ITS MAKING METHOD, EXPOSURE PROCESS, AND
FABRICATION METHOD OF SEMICONDUCTOR DEVICE"

ATTY DOCKET NO. 09792909-5344

MAY 28 2002 GROUP ART UNIT: 2812

EXAMINER:

SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

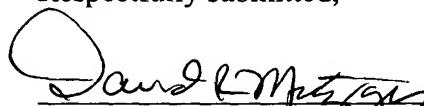
Assistant Commissioner of Patents
Washington, D.C. 20231

SIR:

Applicants herewith submit the certified copy(ies) of Japanese Application(s) No(s). P2001-046363 filed February 22, 2001, and claims priority to the February 22, 2001, date.

The Commissioner is authorized to charge any fees which may be due or credit any overpayments to Deposit Account No. 19-3140. A duplicate copy of this sheet is enclosed for that purpose.

Respectfully submitted,

 (Reg. No. 32,919)

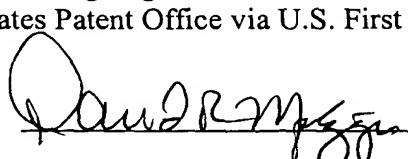
David R. Metzger
SONNENSCHEIN NATH & ROSENTHAL
P.O. Box #061080
Wacker Drive Station - Sears Tower
Chicago, Illinois 60606-1080
Telephone 312/876-8000
Customer #26263
Attorneys for Applicants

MAY 30 2002

RECEIVED
TECHNOLOGY CENTER 2800

CERTIFICATE OF MAILING

I hereby certify that a true copy of the foregoing Submission of Certified Copies of Priority Documents was forwarded to the United States Patent Office via U.S. First Class mail on May 14, 2002.



502 P0109 US00



国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application: 2001年 2月 22日

出 願 番 号

Application Number: 特願 2001-046363

[ST.10/C]:

[JP 2001-046363]

出 願 人

Applicant(s): ソニー株式会社

RECEIVED

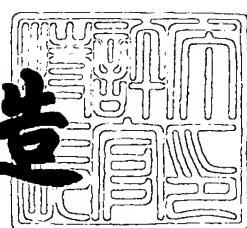
MAY 30 2002

TECHNOLOGY CENTER 2800

2002年 1月 29日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特 2002-3002282

【書類名】 特許願
 【整理番号】 0000274810
 【提出日】 平成13年 2月22日
 【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿
 【国際特許分類】 H01L 21/027
 G03F 1/16

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
 内

【氏名】 小池 薫

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
 内

【氏名】 守屋 茂

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100082762

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉浦 正知

【電話番号】 03-3980-0339

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 043812

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

特2001-046363

【包括委任状番号】 9708843

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 マスク作製用部材およびその製造方法ならびにマスクおよびその製造方法ならびに露光方法ならびに半導体装置の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 マスク回路パターンが形成される複数の領域と、これらの複数の領域を分離および保持する、マスク回路パターンが形成されない支持領域とからなるマスク作製用部材であって、

上記支持領域に、マスク回路パターンを形成するための露光時に用いる第1の位置合わせマークと、被露光基板の露光時に用いる第2の位置合わせマークとを有する

ことを特徴とするマスク作製用部材。

【請求項2】 上記第1の位置合わせマークは上記複数の領域のそれぞれの領域の周囲の上記支持領域に形成され、上記第2の位置合わせマークは上記複数の領域の外側の上記支持領域に形成されている

ことを特徴とする請求項1記載のマスク作製用部材。

【請求項3】 上記第1の位置合わせマークと上記第2の位置合わせマークとは互いに異なる形状を有する

ことを特徴とする請求項1記載のマスク作製用部材。

【請求項4】 上記マスク作製用部材は透過型マスク作製用部材である

ことを特徴とする請求項1記載のマスク作製用部材。

【請求項5】 上記マスク作製用部材はステンシルマスク作製用部材である

ことを特徴とする請求項1記載のマスク作製用部材。

【請求項6】 メンブレン上に形成された電子散乱体に上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークが形成されている

ことを特徴とする請求項4記載のマスク作製用部材。

【請求項7】 メンブレン上に形成された電子散乱体を選択的に除去することにより上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークが形成されている

ことを特徴とする請求項4記載のマスク作製用部材。

【請求項8】 マスク基板に上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークが形成されている

ことを特徴とする請求項5記載のマスク作製用部材。

【請求項9】 マスク基板を選択的に除去することにより上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークが形成されている

ことを特徴とする請求項5記載のマスク作製用部材。

【請求項10】 マスク基板を選択的に除去することにより形成された穴または溝にこのマスク基板を構成する原子より重い原子量を有する原子からなる金属を埋め込むことにより上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークが形成されている

ことを特徴とする請求項5記載のマスク作製用部材。

【請求項11】 上記金属は白金、金、銀、銅、タンゲステン、タンタルまたはモリブデンである

ことを特徴とする請求項10記載のマスク作製用部材。

【請求項12】 マスク回路パターンが形成される複数の領域と、これらの複数の領域を分離および保持する、マスク回路パターンが形成されない支持領域とからなり、上記支持領域に、マスク回路パターンを形成するための露光時に用いる第1の位置合わせマークと、被露光基板の露光時に用いる第2の位置合わせマークとを有するマスク作製用部材の製造方法であって、

マスク作製用部材上の全ての上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを一括して形成するようにした

ことを特徴とするマスク作製用部材の製造方法。

【請求項13】 上記第1の位置合わせマークは上記複数の領域のそれぞれの領域の周囲の上記支持領域に形成し、上記第2の位置合わせマークは上記複数の領域の外側の上記支持領域に形成する

ことを特徴とする請求項12記載のマスク作製用部材の製造方法。

【請求項14】 上記第1の位置合わせマークと上記第2の位置合わせマークとは互いに異なる形状を有する

ことを特徴とする請求項12記載のマスク作製用部材の製造方法。

【請求項15】 上記マスク作製用部材は透過型マスク作製用部材であることを特徴とする請求項12記載のマスク作製用部材の製造方法。

【請求項16】 上記マスク作製用部材はステンシルマスク作製用部材である

ことを特徴とする請求項12記載のマスク作製用部材の製造方法。

【請求項17】 メンブレン上に形成された電子散乱体に上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを形成する

ことを特徴とする請求項15記載のマスク作製用部材の製造方法。

【請求項18】 メンブレン上に形成された電子散乱体を選択的に除去することにより上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを形成する

ことを特徴とする請求項15記載のマスク作製用部材の製造方法。

【請求項19】 マスク基板に上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを形成する

ことを特徴とする請求項16記載のマスク作製用部材の製造方法。

【請求項20】 マスク基板を選択的に除去することにより上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを形成する

ことを特徴とする請求項16記載のマスク作製用部材の製造方法。

【請求項21】 マスク基板を選択的に除去することにより形成された穴または溝にこのマスク基板を構成する原子より重い原子量を有する原子からなる金属を埋め込むことにより上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを形成する

ことを特徴とする請求項16記載のマスク作製用部材の製造方法。

【請求項22】 上記金属は白金、金、銀、銅、タンゲステン、タンタルまたはモリブデンである

ことを特徴とする請求項21記載のマスク作製用部材の製造方法。

【請求項23】 上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを一括して形成するための露光を等倍または低縮小倍率のステッパー露光装置を用いて行う

ことを特徴とする請求項12記載のマスク作製用部材の製造方法。

【請求項24】 上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを一括して形成するための露光を等倍または低縮小倍率のスキャナー露光装置を用いて行う

ことを特徴とする請求項12記載のマスク作製用部材の製造方法。

【請求項25】 上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを一括して形成するための露光をコンタクト方式一括露光装置を用いて行う

ことを特徴とする請求項12記載のマスク作製用部材の製造方法。

【請求項26】 上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを一括して形成するための露光をプロキシミティ方式一括露光装置を用いて行う

ことを特徴とする請求項12記載のマスク作製用部材の製造方法。

【請求項27】 上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを一括して形成するための露光をミラープロジェクション方式一括露光装置を用いて行う

ことを特徴とする請求項12記載のマスク作製用部材の製造方法。

【請求項28】 マスク回路パターンが形成される複数の領域と、これらの複数の領域を分離および保持する、マスク回路パターンが形成されない支持領域とからなり、上記支持領域に、マスク回路パターンを形成するための露光時に用いる第1の位置合わせマークと、被露光基板の露光時に用いる第2の位置合わせマークとを有するマスク作製用部材の製造方法であって、

マスク作製用部材上に形成する全ての上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを複数の上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを含む複数の群に分割し、これらの複数の群のそれぞれの群毎に順次露光を行うことにより上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを形成するようにした

ことを特徴とするマスク作製用部材の製造方法。

【請求項29】 上記第1の位置合わせマークは上記複数の領域のそれぞれ

の領域の周囲の上記支持領域に形成し、上記第2の位置合わせマークは上記複数の領域の外側の上記支持領域に形成する

ことを特徴とする請求項28記載のマスク作製用部材の製造方法。

【請求項30】 上記第1の位置合わせマークと上記第2の位置合わせマークとは互いに異なる形状を有する

ことを特徴とする請求項28記載のマスク作製用部材の製造方法。

【請求項31】 上記マスク作製用部材は透過型マスク作製用部材である

ことを特徴とする請求項28記載のマスク作製用部材の製造方法。

【請求項32】 上記マスク作製用部材はステンシルマスク作製用部材である

ことを特徴とする請求項28記載のマスク作製用部材の製造方法。

【請求項33】 メンブレン上に形成された電子散乱体に上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを形成する

ことを特徴とする請求項31記載のマスク作製用部材の製造方法。

【請求項34】 メンブレン上に形成された電子散乱体を選択的に除去することにより上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを形成する

ことを特徴とする請求項31記載のマスク作製用部材の製造方法。

【請求項35】 マスク基板に上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを形成する

ことを特徴とする請求項32記載のマスク作製用部材の製造方法。

【請求項36】 マスク基板を選択的に除去することにより上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを形成する

ことを特徴とする請求項32記載のマスク作製用部材の製造方法。

【請求項37】 マスク基板を選択的に除去することにより形成された穴または溝にこのマスク基板を構成する原子より重い原子量を有する原子からなる金属を埋め込むことにより上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを形成する

ことを特徴とする請求項32記載のマスク作製用部材の製造方法。

【請求項38】 上記金属は白金、金、銀、銅、タングステン、タンタルまたはモリブデンである

ことを特徴とする請求項37記載のマスク作製用部材の製造方法。

【請求項39】 マスク回路パターンが形成された複数の領域と、これらの複数の領域を分離および保持する、マスク回路パターンが形成されていない支持領域とからなるマスクであって、

上記支持領域に、マスク回路パターンを形成するための露光時に用いる第1の位置合わせマークと、被露光基板の露光時に用いる第2の位置合わせマークとを有する

ことを特徴とするマスク。

【請求項40】 上記第1の位置合わせマークは上記複数の領域のそれぞれの領域の周囲の上記支持領域に形成され、上記第2の位置合わせマークは上記複数の領域の外側の上記支持領域に形成されている

ことを特徴とする請求項39記載のマスク。

【請求項41】 上記第1の位置合わせマークと上記第2の位置合わせマークとは互いに異なる形状を有する

ことを特徴とする請求項39記載のマスク。

【請求項42】 上記マスクは透過型マスクである

ことを特徴とする請求項39記載のマスク。

【請求項43】 上記マスクはステンシルマスクである

ことを特徴とする請求項39記載のマスク。

【請求項44】 メンブレン上に形成された電子散乱体に上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークが形成されている

ことを特徴とする請求項42記載のマスク。

【請求項45】 メンブレン上に形成された電子散乱体を選択的に除去することにより上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークが形成されている

ことを特徴とする請求項42記載のマスク。

【請求項46】 マスク基板に上記第1の位置合わせマークおよび上記第2

の位置合わせマークが形成されている

ことを特徴とする請求項43記載のマスク。

【請求項47】 マスク基板を選択的に除去することにより上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークが形成されている
ことを特徴とする請求項43記載のマスク。

【請求項48】 マスク基板を選択的に除去することにより形成された穴または溝にこのマスク基板を構成する原子より重い原子量を有する原子からなる金属を埋め込むことにより上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークが形成されている

ことを特徴とする請求項43記載のマスク。

【請求項49】 上記金属は白金、金、銀、銅、タンゲステン、タンタルまたはモリブデンである

ことを特徴とする請求項48記載のマスク。

【請求項50】 マスク回路パターンが形成された複数の領域と、これらの複数の領域を分離および保持する、マスク回路パターンが形成されていない支持領域とからなり、上記支持領域に、マスク回路パターンを形成するための露光時に用いる第1の位置合わせマークと、被露光基板の露光時に用いる第2の位置合わせマークとを有するマスクの製造方法であって、

マスク作製用部材上の全ての上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを一括して形成するようにした

ことを特徴とするマスクの製造方法。

【請求項51】 上記第1の位置合わせマークを用いて上記複数の領域に上記マスク回路パターンを形成するための荷電粒子ビームによる露光を行うようにした

ことを特徴とする請求項50記載のマスクの製造方法。

【請求項52】 荷電粒子ビームのサイズが $10\mu\text{m}$ 以下で、ステージ移動を伴わない荷電粒子ビームの最大偏向幅が、上記複数の領域のそれぞれの領域の幅と上記支持領域の幅との合計より大きい荷電粒子ビーム露光装置を用いて上記荷電粒子ビームによる露光を行うようにした

ことを特徴とする請求項51記載のマスクの製造方法。

【請求項53】 上記荷電粒子ビームによる露光を行う前に上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを保護膜で覆っておく

ことを特徴とする請求項50記載のマスクの製造方法。

【請求項54】 上記第1の位置合わせマークは上記複数の領域のそれぞれの領域の周囲の上記支持領域に形成し、上記第2の位置合わせマークは上記複数の領域の外側の上記支持領域に形成する

ことを特徴とする請求項50記載のマスクの製造方法。

【請求項55】 上記第1の位置合わせマークと上記第2の位置合わせマークとは互いに異なる形状を有する

ことを特徴とする請求項50記載のマスクの製造方法。

【請求項56】 上記マスクは透過型マスクである

ことを特徴とする請求項50記載のマスクの製造方法。

【請求項57】 上記マスクはステンシルマスクである

ことを特徴とする請求項50記載のマスクの製造方法。

【請求項58】 メンブレン上に形成された電子散乱体に上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを形成する

ことを特徴とする請求項56記載のマスクの製造方法。

【請求項59】 メンブレン上に形成された電子散乱体を選択的に除去することにより上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを形成する

ことを特徴とする請求項56記載のマスクの製造方法。

【請求項60】 マスク基板に上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを形成する

ことを特徴とする請求項57記載のマスクの製造方法。

【請求項61】 マスク基板を選択的に除去することにより上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを形成する

ことを特徴とする請求項57記載のマスクの製造方法。

【請求項62】 マスク基板を選択的に除去することにより形成された穴ま

たは溝にこのマスク基板を構成する原子より重い原子量を有する原子からなる金属を埋め込むことにより上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを形成する

ことを特徴とする請求項57記載のマスクの製造方法。

【請求項63】 上記金属は白金、金、銀、銅、タングステン、タンタルまたはモリブデンである

ことを特徴とする請求項62記載のマスクの製造方法。

【請求項64】 上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを一括して形成するための露光を等倍または低縮小倍率のステッパー露光装置を用いて行う

ことを特徴とする請求項50記載のマスクの製造方法。

【請求項65】 上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを一括して形成するための露光を等倍または低縮小倍率のスキャナー露光装置を用いて行う

ことを特徴とする請求項50記載のマスクの製造方法。

【請求項66】 上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを一括して形成するための露光をコンタクト方式一括露光装置を用いて行う

ことを特徴とする請求項50記載のマスクの製造方法。

【請求項67】 上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを一括して形成するための露光をプロキシミティ方式一括露光装置を用いて行う

ことを特徴とする請求項50記載のマスクの製造方法。

【請求項68】 上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを一括して形成するための露光をミラープロジェクション方式一括露光装置を用いて行う

ことを特徴とする請求項50記載のマスクの製造方法。

【請求項69】 マスク回路パターンが形成された複数の領域と、これらの複数の領域を分離および保持する、マスク回路パターンが形成されていない支持

領域とからなり、上記支持領域に、マスク回路パターンを形成するための露光時に用いる第1の位置合わせマークと、被露光基板の露光時に用いる第2の位置合わせマークとを有するマスクの製造方法であって、

マスク作製用部材上に形成する全ての上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを複数の上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを含む複数の群に分割し、これらの複数の群のそれぞれの群毎に順次露光を行うことにより上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを形成するようにした

ことを特徴とするマスクの製造方法。

【請求項70】 上記複数の群間の上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークの相対距離を測定することにより上記複数の群間の相対距離を求め、その結果に応じて修正を加えて、上記第1の位置合わせマークを用いて上記複数の領域に上記マスク回路パターンを形成するための荷電粒子ビームによる露光を行うようにした

ことを特徴とする請求項69記載のマスクの製造方法。

【請求項71】 上記荷電粒子ビームによる露光を行う前に上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを保護膜で覆っておく

ことを特徴とする請求項70記載のマスクの製造方法。

【請求項72】 上記第1の位置合わせマークは上記複数の領域のそれぞれの領域の周囲の上記支持領域に形成し、上記第2の位置合わせマークは上記複数の領域の外側の上記支持領域に形成する

ことを特徴とする請求項69記載のマスクの製造方法。

【請求項73】 上記第1の位置合わせマークと上記第2の位置合わせマークとは互いに異なる形状を有する

ことを特徴とする請求項69記載のマスクの製造方法。

【請求項74】 上記マスクは透過型マスクである

ことを特徴とする請求項69記載のマスクの製造方法。

【請求項75】 上記マスクはステンシルマスクである

ことを特徴とする請求項69記載のマスクの製造方法。

【請求項76】 メンブレン上に形成された電子散乱体に上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを形成することを特徴とする請求項74記載のマスクの製造方法。

【請求項77】 メンブレン上に形成された電子散乱体を選択的に除去することにより上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを形成する

ことを特徴とする請求項74記載のマスクの製造方法。

【請求項78】 マスク基板に上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを形成する

ことを特徴とする請求項75記載のマスクの製造方法。

【請求項79】 マスク基板を選択的に除去することにより上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを形成する

ことを特徴とする請求項75記載のマスクの製造方法。

【請求項80】 マスク基板を選択的に除去することにより形成された穴または溝にこのマスク基板を構成する原子より重い原子量を有する原子からなる金属を埋め込むことにより上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを形成する

ことを特徴とする請求項75記載のマスクの製造方法。

【請求項81】 上記金属は白金、金、銀、銅、タンゲステン、タンタルまたはモリブデンである

ことを特徴とする請求項80記載のマスクの製造方法。

【請求項82】 マスク回路パターンが形成された複数の領域と、これらの複数の領域を分離および保持する、マスク回路パターンが形成されていない支持領域とからなり、上記支持領域に、マスク回路パターンを形成するための露光時に用いる第1の位置合わせマークと、被露光基板の露光時に用いる第2の位置合わせマークとを有し、上記第2の位置合わせマークを用いて荷電粒子ビーム縮小分割転写露光装置により被露光基板の露光を行うのに用いるマスクの製造方法であって、

位置ずれ測定パターンを有するテストマスクを用いて上記荷電粒子ビーム縮小

分割転写露光装置により被露光基板の露光を行うことにより上記被露光基板に上記位置ずれ測定パターンを縮小分割転写し、

上記被露光基板に縮小分割転写された上記位置ずれ測定パターンを用いて上記荷電粒子ビーム縮小分割転写露光装置の露光時の位置ずれ量および位置ずれ補正量を求め、

上記位置ずれ量を補正するように上記位置ずれ補正量分だけ修正を加えて上記マスク回路パターンを形成するための露光を行うことにより上記マスクを補正したマスクを作製するようにした

ことを特徴とするマスクの製造方法。

【請求項83】 マスク回路パターンが形成された複数の領域と、これらの複数の領域を分離および保持する、マスク回路パターンが形成されていない支持領域とからなり、上記支持領域に、マスク回路パターンを形成するための露光時に用いる第1の位置合わせマークと、被露光基板の露光時に用いる第2の位置合わせマークとを有するマスクを用い、

上記第2の位置合わせマークを用いて被露光基板に荷電粒子ビームによる露光を行うようにした

ことを特徴とする露光方法。

【請求項84】 マスク回路パターンが形成された複数の領域と、これらの複数の領域を分離および保持する、マスク回路パターンが形成されていない支持領域とからなり、上記支持領域に、マスク回路パターンを形成するための露光時に用いる第1の位置合わせマークと、被露光基板の露光時に用いる第2の位置合わせマークとを有するマスクを用い、

上記第2の位置合わせマークを用いて荷電粒子ビーム縮小分割転写露光装置により被露光基板の露光を行うようにした露光方法であって、

位置ずれ測定パターンを有するテストマスクを用いて上記荷電粒子ビーム縮小分割転写露光装置により被露光基板の露光を行うことにより上記被露光基板に上記位置ずれ測定パターンを縮小分割転写し、

上記被露光基板に縮小分割転写された上記位置ずれ測定パターンを用いて上記荷電粒子ビーム縮小分割転写露光装置の露光時の位置ずれ量および位置ずれ補正

量を求め、

上記位置ずれ量を補正するように上記位置ずれ補正量分だけ修正を加えて上記マスク回路パターンを形成するための露光を行うことにより上記マスクを補正したマスクを作製し、

このマスクを用いて被露光基板に上記荷電粒子ビーム縮小分割転写露光装置により露光を行うようにした

ことを特徴とする露光方法。

【請求項 8 5】 同一の上記テストマスクを用いて複数の荷電粒子ビーム縮小分割転写露光装置により被露光基板の露光を行うことにより上記被露光基板に上記位置ずれ測定パターンを縮小分割転写し、

上記被露光基板に縮小分割転写された上記位置ずれ測定パターンを用いて上記複数の荷電粒子ビーム縮小分割転写露光装置のそれぞれの露光時の位置ずれ量および位置ずれ補正量を求め、

上記位置ずれ量を補正するように上記位置ずれ補正量分だけ修正を加えて上記マスク回路パターンを形成するための露光を行うことにより上記マスクを補正したマスクを上記複数の荷電粒子ビーム縮小分割転写露光装置のそれぞれに対して作製し、

これらのマスクを用いて被露光基板に上記複数の荷電粒子ビーム縮小分割転写露光装置のそれぞれにより露光を行うようにした

ことを特徴とする請求項 8 4 記載の露光方法。

【請求項 8 6】 マスク回路パターンが形成された複数の領域と、これらの複数の領域を分離および保持する、マスク回路パターンが形成されていない支持領域とからなり、上記支持領域に、マスク回路パターンを形成するための露光時に用いる第 1 の位置合わせマークと、被露光基板の露光時に用いる第 2 の位置合わせマークとを有するマスクを用いて荷電粒子ビーム縮小分割転写露光装置により半導体基板に露光を行う複数の露光工程を有する半導体装置の製造方法において、

上記複数の露光工程において用いる複数の上記マスクにおける上記第 1 の位置合わせマークおよび上記第 2 の位置合わせマークを形成するための露光用のマス

クとして同一のマスクを用いるようにした
ことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、マスク作製用部材およびその製造方法ならびにマスクおよびその製造方法ならびに露光方法ならびに半導体装置の製造方法に関し、特に、荷電粒子ビーム、例えば電子ビームによるウェハなどの基板の露光に適用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】

半導体集積回路装置や液晶表示装置、CCD装置などは半導体の微細加工技術を用いて製造される。これらの半導体装置の高集積化に伴い、微細化し続けるパターンを形成するために、荷電粒子ビーム、特に電子ビームによる露光が注目されている。しかしながら、電子線露光方式は微細化に優れるものの、スループット（単位時間当たりの処理量）が低いという欠点がある。このスループットを向上させるために、2枚の成形マスクの間で電子ビームを偏向させて、最大 $5\text{ }\mu\text{m}$ 程度の範囲で所望の大きさの電子ビーム形状を作る可変成形露光方式と、下段の成形マスクに回路パターン部を作り込んでおき、一度の電子ビームショットで複数の图形パターンを露光する部分一括露光方式とが考案され、両者を組み合わせた電子線露光機が既に実用化されている。しかしながら、この部分一括露光方式でも、近年の高集積化した回路パターンの露光では、現在主流である光を用いた露光方式に比べてスループットが格段に低い。

【0003】

この電子線露光方式におけるスループットの問題を解決するために、一個の集積回路チップ全体の回路パターンを備えたマスクに電子ビームを照射し、その照射範囲のパターンの像を投影レンズにより縮小転写（例えば、縮小率が $1/4$ ）する電子線縮小転写装置が考案されている（例えば、特開平5-160012号公報）。この電子線縮小転写露光方式では、一個の集積回路チップ全体に相当す

るマスク全範囲に電子線を一括照射しようとすると、精度良く露光することができない。そこで、電子光学系の視野とマスク上のパターンとを複数の領域に分割し、分割されたパターンをウェハ上で繋げて正しく一個の集積回路チップ全体の回路パターンとなるように、順次露光する電子線縮小分割転写露光方式が考案されている（例えば、特開平5-251317号公報）。

【0004】

この電子線縮小分割転写露光方式を用いることで高解像性と高スループットとを得ることができるが、そのためには高精度かつ高解像なマスクが必要になる。縮小率が1/4のマスクでは、縮小率は光を用いた露光機のマスクとほぼ同様である。もし光用のマスク露光機と同様の性能が求められるとして、極めて高価なマスク露光機が必要になる。さらに、マスク全面で高精度の露光を達成するために、さまざまな補正が露光中に必要となり、スループットが低くなる。

【0005】

高い位置精度を達成するために、特開平11-38599号公報において、マスク基板全面に位置検出マークを形成しておき、マスク基板上に回路パターンを露光する際に、その位置検出マークを用いて位置補正を行うことで、高精度なマスクを得る方法が提案されている。しかしながら、この方法では、スループットが低いことや、長寸法精度に優れたパターン形成装置が現時点では得られていないなどの問題点がある。

【0006】

また、電子線縮小分割転写露光方式では、マスク上に形成された回路パターンをできるだけ正確に基板上に転写するように露光機が設計されているが、それでも組み立て時の精度などで、個々の露光機によって転写に微妙なずれが起きる危険性がある。可変形露光方式や部分一括露光方式といった電子線直描露光機では、このようなずれはその時その時の装置状態に合わせて補正が可能だが、転写露光方式ではマスク上の回路パターンを一括して転写するので、そのような電子光学系の補正は困難である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

この発明は、従来技術が有する上記の課題を一挙に解決することを目的とするものである。

すなわち、この発明が解決しようとする課題は、荷電粒子ビーム縮小分割転写露光用のマスクを低成本で高精度に製造することができるマスク作製用部材およびその製造方法ならびにマスクおよびその製造方法ならびにそのようなマスクを用いた露光方法ならびにそのようなマスクを用いた半導体装置の製造方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明者は、銳意検討を行った結果、従来技術が有する上記の諸課題を解決するためには、下記の方策が有効であることを見い出し、この発明を案出するに至ったものである。

【0009】

1. マスク回路パターンを露光する前のマスク作製用部材（マスクブランク）にマスク露光用の位置合わせマークとウェハ等の基板露光用の位置合わせマークとを形成し、そのマスク露光用位置合わせマークを参照しながらマスク回路パターンを露光する。

2. 位置精度測定用のテストマスクを用いて分割転写露光を行い、転写された位置精度検出用パターン回路から、電子線縮小分割転写露光機の電子光学系やステージ機構系のずれや歪みを検出し、マスク回路パターン露光時にそのずれや歪みを補正する。

【0010】

すなわち、上記課題を解決するために、この発明の第1の発明は、

マスク回路パターンが形成される複数の領域と、これらの複数の領域を分離および保持する、マスク回路パターンが形成されない支持領域とからなるマスク作製用部材であって、

上記支持領域に、マスク回路パターンを形成するための露光時に用いる第1の位置合わせマークと、被露光基板の露光時に用いる第2の位置合わせマークとを有する

ことを特徴とするものである。

【0011】

この発明の第2の発明は、

マスク回路パターンが形成される複数の領域と、これらの複数の領域を分離および保持する、マスク回路パターンが形成されない支持領域とからなり、上記支持領域に、マスク回路パターンを形成するための露光時に用いる第1の位置合わせマークと、被露光基板の露光時に用いる第2の位置合わせマークとを有するマスク作製用部材の製造方法であって、

マスク作製用部材上の全ての上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを一括して形成するようにした

ことを特徴とするものである。

【0012】

この発明の第3の発明は、

マスク回路パターンが形成される複数の領域と、これらの複数の領域を分離および保持する、マスク回路パターンが形成されない支持領域とからなり、上記支持領域に、マスク回路パターンを形成するための露光時に用いる第1の位置合わせマークと、被露光基板の露光時に用いる第2の位置合わせマークとを有するマスク作製用部材の製造方法であって、

マスク作製用部材上に形成する全ての上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを複数の上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを含む複数の群に分割し、これらの複数の群のそれぞれの群毎に順次露光を行うことにより上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを形成するようにした

ことを特徴とするものである。

【0013】

この発明の第4の発明は、

マスク回路パターンが形成された複数の領域と、これらの複数の領域を分離および保持する、マスク回路パターンが形成されていない支持領域とからなるマスクであって、

上記支持領域に、マスク回路パターンを形成するための露光時に用いる第1の位置合わせマークと、被露光基板の露光時に用いる第2の位置合わせマークとを有する

ことを特徴とするものである。

【0014】

この発明の第5の発明は、

マスク回路パターンが形成された複数の領域と、これらの複数の領域を分離および保持する、マスク回路パターンが形成されていない支持領域とからなり、上記支持領域に、マスク回路パターンを形成するための露光時に用いる第1の位置合わせマークと、被露光基板の露光時に用いる第2の位置合わせマークとを有するマスクの製造方法であって、

マスク作製用部材上の全ての上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを一括して形成するようにした

ことを特徴とするものである。

【0015】

この発明の第6の発明は、

マスク回路パターンが形成された複数の領域と、これらの複数の領域を分離および保持する、マスク回路パターンが形成されていない支持領域とからなり、上記支持領域に、マスク回路パターンを形成するための露光時に用いる第1の位置合わせマークと、被露光基板の露光時に用いる第2の位置合わせマークとを有するマスクの製造方法であって、

マスク作製用部材上に形成する全ての上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを複数の上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを含む複数の群に分割し、これらの複数の群のそれぞれの群毎に順次露光を行うことにより上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを形成するようにした

ことを特徴とするものである。

【0016】

ここで、好適には、複数の群間の第1の位置合わせマークおよび第2の位置合

わせマークの相対距離を測定することにより複数の群間の相対距離を求め、その結果に応じて修正を加えて、第1の位置合わせマークを用いて複数の領域にマスク回路パターンを形成するための荷電粒子ビームによる露光を行う。

【0017】

この発明の第7の発明は、

マスク回路パターンが形成された複数の領域と、これらの複数の領域を分離および保持する、マスク回路パターンが形成されていない支持領域とからなり、上記支持領域に、マスク回路パターンを形成するための露光時に用いる第1の位置合わせマークと、被露光基板の露光時に用いる第2の位置合わせマークとを有し、上記第2の位置合わせマークを用いて荷電粒子ビーム縮小分割転写露光装置により被露光基板の露光を行うのに用いるマスクの製造方法であって、

位置ずれ測定パターンを有するテストマスクを用いて上記荷電粒子ビーム縮小分割転写露光装置により被露光基板の露光を行うことにより上記被露光基板に上記位置ずれ測定パターンを縮小分割転写し、

上記被露光基板に縮小分割転写された上記位置ずれ測定パターンを用いて上記荷電粒子ビーム縮小分割転写露光装置の露光時の位置ずれ量および位置ずれ補正量を求め、

上記位置ずれ量を補正するように上記位置ずれ補正量分だけ修正を加えて上記マスク回路パターンを形成するための露光を行うことにより上記マスクを補正したマスクを作製するようにした

ことを特徴とするものである。

【0018】

この発明の第8の発明は、

マスク回路パターンが形成された複数の領域と、これらの複数の領域を分離および保持する、マスク回路パターンが形成されていない支持領域とからなり、上記支持領域に、マスク回路パターンを形成するための露光時に用いる第1の位置合わせマークと、被露光基板の露光時に用いる第2の位置合わせマークとを有するマスクを用い、

上記第2の位置合わせマークを用いて被露光基板に荷電粒子ビームによる露光

を行うようにした
ことを特徴とするものである。

【0019】

この発明の第9の発明は、

マスク回路パターンが形成された複数の領域と、これらの複数の領域を分離および保持する、マスク回路パターンが形成されていない支持領域とからなり、上記支持領域に、マスク回路パターンを形成するための露光時に用いる第1の位置合わせマークと、被露光基板の露光時に用いる第2の位置合わせマークとを有するマスクを用い、

上記第2の位置合わせマークを用いて荷電粒子ビーム縮小分割転写露光装置により被露光基板の露光を行うようにした露光方法であって、

位置ずれ測定パターンを有するテストマスクを用いて上記荷電粒子ビーム縮小分割転写露光装置により被露光基板の露光を行うことにより上記被露光基板に上記位置ずれ測定パターンを縮小分割転写し、

上記被露光基板に縮小分割転写された上記位置ずれ測定パターンを用いて上記荷電粒子ビーム縮小分割転写露光装置の露光時の位置ずれ量および位置ずれ補正量を求め、

上記位置ずれ量を補正するように上記位置ずれ補正量分だけ修正を加えて上記マスク回路パターンを形成するための露光を行うことにより上記マスクを補正したマスクを作製し、

このマスクを用いて被露光基板に上記荷電粒子ビーム縮小分割転写露光装置により露光を行うようにした

ことを特徴とするものである。

【0020】

特に、ウェハなどの基板の露光に複数の荷電粒子ビーム縮小分割転写露光装置を使用する場合には、次のような手順で露光を行うのが好ましい。すなわち、まず、同一のテストマスクを用いて複数の荷電粒子ビーム縮小分割転写露光装置により被露光基板の露光を行うことにより被露光基板に位置ずれ測定パターンを縮小分割転写する。次に、被露光基板に縮小分割転写された位置ずれ測定パターン

を用いて複数の荷電粒子ビーム縮小分割転写露光装置のそれぞれの露光時の位置ずれ量および位置ずれ補正量を求める。次に、この位置ずれ量を補正するように位置ずれ補正量分だけ修正を加えてマスク回路パターンを形成するための露光を行うことにより上記マスクを補正したマスクを上記の複数の荷電粒子ビーム縮小分割転写露光装置のそれぞれに対して作製する。そして、これらのマスクを用いて被露光基板に上記の複数の荷電粒子ビーム縮小分割転写露光装置のそれぞれにより露光を行う。

【0021】

この発明の第10の発明は、

マスク回路パターンが形成された複数の領域と、これらの複数の領域を分離および保持する、マスク回路パターンが形成されていない支持領域とからなり、上記支持領域に、マスク回路パターンを形成するための露光時に用いる第1の位置合わせマークと、被露光基板の露光時に用いる第2の位置合わせマークとを有するマスクを用いて荷電粒子ビーム縮小分割転写露光装置により半導体基板に露光を行う複数の露光工程を有する半導体装置の製造方法において、

上記複数の露光工程において用いる複数の上記マスクにおける上記第1の位置合わせマークおよび上記第2の位置合わせマークを形成するための露光用のマスクとして同一のマスクを用いるようにした

ことを特徴とするものである。

【0022】

この発明において、典型的には、第1の位置合わせマークは複数の領域のそれぞれの領域の周囲の支持領域に形成され、第2の位置合わせマークは複数の領域の外側の支持領域に形成される。また、典型的には、第1の位置合わせマークと第2の位置合わせマークとは互いに異なる形状を有する。マスクは、透過型マスク、ステンシルマスクのいずれであってもよい。透過型マスクでは、メンブレン上に形成された電子散乱体に第1の位置合わせマークおよび第2の位置合わせマークが形成され、特に、メンブレン上に形成された電子散乱体を選択的に除去することにより第1の位置合わせマークおよび第2の位置合わせマークが形成される。また、ステンシルマスクでは、マスク基板に第1の位置合わせマークおよび

第2の位置合わせマークが形成され、特に、マスク基板を選択的に除去することにより第1の位置合わせマークおよび第2の位置合わせマークが形成され、さらに、マーク検出精度の向上を図る観点からは、好適には、マスク基板を選択的に除去することにより形成された穴または溝にこのマスク基板を構成する原子より重い原子量を有する原子からなる金属を埋め込むことにより第1の位置合わせマークおよび第2の位置合わせマークが形成される。そのような金属としては、白金、金、銀、銅、タンゲステン、タンタル、モリブデンなどを用いることができる。

【0023】

第1の位置合わせマークおよび第2の位置合わせマークを一括して形成するための露光は、例えば、等倍または低縮小倍率のステッパー露光装置、等倍または低縮小倍率のスキャナー露光装置、コンタクト方式一括露光装置、プロキシミティ方式一括露光装置、ミラープロジェクション方式一括露光装置などを用いて行うことができる。

【0024】

マスク回路パターンの露光には、好適には、荷電粒子ビームのサイズが $10\mu m$ 以下で、ステージ移動を伴わない荷電粒子ビームの最大偏向幅が、複数の領域のそれぞれの領域の幅と支持領域の幅との合計より大きい荷電粒子ビーム露光装置が用いられる。荷電粒子ビームによるマスク回路パターンの露光を行った後には、レジストの現像およびその後のエッチングを経てマスク回路パターンの形成が行われるが、エッチングを行う前に、第1の位置合わせマークおよび第2の位置合わせマークを保護膜で覆っておき、エッチング工程でこれらのマークが損傷を受け、あるいは破壊されないようにするのが望ましい。

【0025】

上述のように構成されたこの発明においては、マスク作製用部材の支持領域に第1の位置合わせマークを一括転写により形成し、この第1の位置合わせマークを基準にマスク回路パターンを形成するための露光を行うことにより、この第1の位置合わせマークによるマスク回路パターン全体の位置精度を極めて高くすることができる。しかも、この第1の位置合わせマーク間の距離はマスクが変わっ

ても変化しない。このため、マスク回路パターンを形成するための露光用のマスク露光機は、小領域内に形成するマスク回路パターンを第1の位置合わせマークを基準に精度良く露光することができさえすれば良く、高価で低スループットの光露光用のマスク露光機を用いる必要がない。

【0026】

また、マスク上の全ての位置合わせマークを一括露光で形成することにより、マスク露光時にはマスク露光用の位置合わせマークを参照して露光を行い、ウェハなどの基板露光時には基板露光用の位置合わせマークを参照して露光を行うことができる。

また、マスク上の全ての位置合わせマークを一括露光で形成することができない露光機を用いる場合でも、縮小光転写方式の露光機を用いて露光を行うなどにより、マスク回路パターンを高精度に形成することができる。

【0027】

また、位置ずれ測定パターンを有するテストマスクを用いて荷電粒子ビーム縮小分割転写露光装置により基板の露光を行うことにより位置ずれ測定パターンを縮小分割転写し、この縮小分割転写された位置ずれパターンから、その荷電粒子ビーム縮小分割転写露光装置の光学系やステージ機構系のずれや歪みを検出し、マスク回路パターンの露光時にそのずれや歪みなどを補正することができる。

【0028】

また、半導体装置の製造方法の複数の露光工程において用いる複数のマスクにおける位置合わせマークを形成するための露光用のマスクとして同一のマスクを用いることにより、半導体基板露光時の層間の重ね合わせ精度の向上を図ることができる。

【0029】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。

以下の実施形態においては、ウェハなどの基板の露光に電子線縮小分割転写露光方式を用いるが、この方式では、回路パターンを転写するためのマスクとして例えば図1に示すような透過型マスクが知られている（例えば、特開平2-17

0410号公報）。図1に示すように、この透過型マスクでは、電子線が通過する部分はメンブレン1と呼ばれ、極力電子線を散乱させないような素材で薄く作られている。このメンブレン1は、具体的には、例えば、厚さ100～150nmの窒化シリコン(SiN)や、厚さ30～100nmのDLC(ダイヤモンドライクカーボン)などにより形成される。このメンブレン1の一方の面には、転写すべき回路パターンの形状に電子散乱体2が形成されている。この電子散乱体2は、例えば厚さ20～30nmのタンタルやタングステンなどの重金属のほか、厚さ2～3μmのシリコンなどからなる。一方、図2に示すように、マスク基板11に電子線を通過させる貫通孔12を転写すべき回路パターンの形状に開けたステンシルマスクも実用化されている。マスク基板11は例えばシリコンからなる。このステンシルマスクでも、電子線を通過させない非貫通孔部分で電子線のエネルギーを吸収しないようにマスク基板11はできるだけ薄く(例えば、約2μm)作られる。これは、電子線のエネルギーを吸収すると熱が発生してマスク基板11が歪むためである。

【0030】

ただし、電子線縮小分割転写露光方式では、一般に、一度に転写する領域はマスク上で約1mm□、1/4に縮小された場合はウェハなどの基板上で約250μm□である。このため、図1および図2に示すように、透過型マスクおよびステンシルマスクとも約1mmごとに支柱3、13を設けることができるので、強度的な補強はなされている。この支柱3、13で囲まれた小領域上にマスク回路パターンが形成される。これらの支柱3、13は例えばシリコンからなる。

【0031】

図3はこの発明の第1の実施形態によるマスクの製造方法を示すフローチャートである。

図3に示すように、この第1の実施形態においては、まず、ステップS1において、マスクブランクにレジストを塗布する。図4に電子線縮小分割転写露光機において用いるマスクのマスクブランクを示す。ここで、図4Aは上面図(メンブレン1および電子散乱体2あるいはマスク基板11の図示は省略)、図4Bおよび図4Cは断面図で、図4Bが透過型マスク、図4Cがステンシルマスクであ

る。この図4に示すマスクブランクにおいて支柱3、13で分離された、マスク回路パターンが形成される小領域は例えば一辺が1mm程度の正方形でそれらの間の支持領域、すなわち支柱3、13の幅は例えば100μm程度である。支柱3、13は、具体的には、例えば8インチ径のシリコンウェハを選択的にエッチングすることにより形成されたものである。

【0032】

次に、ステップS2において、マスクブランクに塗布されたレジストに対し、マスクブランク上へのマスク回路パターン露光時に用いる位置合わせマーク（以下「マスク用マーク」という）と、ウェハへの回路パターン露光時に用いる位置合わせマーク（以下「ウェハ用マーク」という）との2種類の位置合わせマークの露光を行う。ここで、マスク用マークは使用するマスク露光機に、ウェハ用マークは使用する転写露光機に最適化してある。マスク露光機として、加速電圧50kVの可変形露光方式の電子線直描機を用いる場合のマスク用マークの具体例を図5に示す。このマスク用マークは、一般的には5μm口から最大でも一辺の長さが支柱3、13の幅に相当する正方形に収まる大きさを有し、典型的には20μm口から50μm口に収まる大きさ、例えば30μm口程度に収まる大きさを有する。このマスク用マークは、透過型マスクの場合、電子散乱体2の有無とその厚さとによって検出される。一方、ステンシルマスクの場合は、マスク基板11に彫り込まれたマークの段差として検出されるので、マーク検出精度を高めたい場合は、段差部に重金属（例えば、白金、金、銀、銅、タンゲステン、タンタル、モリブデンなど）を埋め込むのが望ましい。ただし、マスク基板11とマスク支持材との間に形成されるストッパー（図示せず）までエッチングする場合、ステンシルマスクのマスク基板11の厚さは通常約2μmであるので、マーク検出には十分な段差を持つことになる。

【0033】

一方、ウェハ用マークとしては、例えば図6に示すような、互いに直交する方向に形成された一対のラインアンドスペースパターンからなるものを用いることができる。しかしながら、電子線縮小転写露光機の電子ビームはマスク上で約1mm口なので、電子ビームでマークを検出する場合は、支柱3、13の部分には

マークを形成しても検出することができない。これは、マーク検出のために大量の電子線を当てると、マスクが熱で歪むおそれがあるためである。この場合、全てのマスク回路パターンの外側にウェハ用マークを形成するか、低出力の半導体レーザ光のようにマスクに熱を与えない光源を用いてマーク検出を行えばよい。

【0034】

ステップS2でのマーク露光は、一枚のマスクブランクの全てのマークを一度に露光するのが望ましい。このように全てのマークを一括して転写することで、マスク露光時には、支柱3、13の部分に形成されたマスク用マークを参照し、ウェハ露光時には、マスク回路パターンの外側にあるウェハ用マークを参照することができ、別種のマークを用いても高精度な露光が可能になる。

【0035】

ただし、十分に高精度な露光機、例えば現在主流になっている4~5分の1の縮小転写露光機（ステッパやスキャナーなど）を用いてマーク露光をするのであれば、全マークの一括転写でなくとも、レンズ歪みが発生しないようにレンズ中央部のみでマーク露光を行ったりすることにより、概ね問題ない。

【0036】

また、半導体装置の製造では複数層の露光を必要とするので、それにマスクが必要となる。ある一つのタイプの半導体装置用の複数のマスクに対してマーク露光を行う場合、マーク露光用の原盤に同一の原盤を使うことが望ましい。なぜなら、ウェハなどの基板への複数のマスクを用いての複数回の露光は、それ以前の露光で形成されたパターンに丁度重なるように露光しなければならないが、マスクの回路パターンが、それぞれのマスクで全く違う歪みを持っていれば、重ね合わせ精度は悪化し、半導体装置の歩留まりが悪化してしまうからである。マスクのマーク露光用の原盤を、それら複数のマスクで同一の原盤を利用すれば、たとえ理想位置からの歪みが生じても、どのマスクも同様に歪むので、重ね合わせ精度の悪化は小さくなる。

【0037】

ステップS3において露光されたマスク基板を現像し、ステップS4においてエッティングおよび洗浄を行うことで位置合わせマーク付きマスクブランクを図7

に示すように作製することができる。図7において、 M_1 がマスク用マーク、 M_2 がウェハ用マークを示す。ここで、図7においては、マスク回路パターンが形成される小領域の各頂点近傍にマスク用マーク M_1 が形成されているが、このマスク用マーク M_1 は、典型的には、例えば、支持領域に例えば $30\ \mu\text{m}$ □の大きさで2列に形成される。

【0038】

次に、以上の工程で作製された位置合わせマーク付きマスクブランクにマスク回路パターンを露光する。ステップS5において、位置合わせマーク付きマスクブランクにレジストを塗布する。ステップS6において、マスク回路パターン全体の外側にあるマスク用マーク M_1 を用いてマスクブランク全体の大まかなアライメント（ラフ・アライメント）を行う。ステップS7において、マスク回路パターンを形成する小領域の周囲、すなわち支柱3、13の部分にあるマスク用マーク M_1 を用いて精密なアライメント（ファイン・アライメント）を行う。ステップS8において、ステップS6、S7で得られたアライメント情報を元にマスク回路パターンを露光する。ステップS7、S8を全てのマスク回路パターンを露光し終わるまで繰り返し、その後、ステップS10で現像し、ステップS11でエッチングおよび洗浄を行ってマスクが完成する。ただし、ステップS7でのファイン・アライメントを全ての小領域に対して先に実施しておき、その後でステップS8の露光を行う方法（グローバル・アライメント）もあり得る。

【0039】

ステップS1～S4で作製した2種類の位置合わせマーク M_1 、 M_2 はマスク露光時だけでなく、ウェハなどの基板露光時にも使用するので、マスク回路パターンの形成時に位置合わせマークを保護する必要がある。このためには、ステップS11でマスク回路パターンをエッチングにより形成する際に、マスク用マーク M_1 およびウェハマーク M_2 をあらかじめレジストで覆っておくようにすれば、これらのマークを保護することができるので、ポジ型レジストを使用する場合はこれらのマーク部の露光を行わない。一方、ネガ型レジストを使用する場合はマーク部を露光すればよい。ただし、マスク用マーク M_1 はマスク回路パターン露光時に電子線で走査すれば露光されてしまうので、ポジ型レジストを用いる場合は

保護することができなくなる。この場合、このポジ型レジストが大量の電子ビームを浴びることでネガ反転するようなレジストであれば、そのように大量に露光することで保護することができる。また、たとえネガ反転しないタイプのレジストであったとしても、マスク露光時に使用したマークをウェハ露光時に使用することができなくてもかまわないので問題ない。

【0040】

以上のように、この第1の実施形態によれば、マスクブランク上の全てのマスク用マークをマスク用マーク露光機により一括転写するので、マスク用マークによるマスク回路パターン全体の位置精度は極めて高い。しかも、マーク間の相対距離は、マスクが変わっても変化しない。このため、マスク回路パターン露光用のマスク露光機は小領域のマスク回路パターンをマスク用マークに合わせて精度良く露光できさえすればよい。このため、高価で低スループットの光露光用のマスク露光機ではなく、ウェハ用の電子線直描機（例えば、J.Vac.Sci.Technol.B10(6)p.2759(1992)に紹介されている露光装置など）をマスク露光機に用いることができる。この電子線直描機は、ビームサイズが10 μm以下で、ステージ移動を伴わない電子ビームの最大偏向幅が、マスクブランクの複数の領域のそれぞれの領域の幅と支持領域の幅との合計より大きいものでなければならないが、マスク上の小領域と支持部分とを足した大きさは現在1.5 mm程度であるので、偏向のみで露光することは不可能ではない。偏向のみであればステージ移動を伴ないので、高精度化は比較的容易である。

【0041】

また、このような電子線直描装置の多くは電子ビームサイズがウェハ上で最大で5 μm口と小さいので、支柱3、13の部分のマークを検出するために、電子ビームで走査しても、マスクが熱で歪むことはない。仮に5 μm口の電子ビームでマスクが熱を持つようになった場合、電子ビームサイズをさらに絞ったり、一度に当てる電子量を減らしつつ繰り返し走査することなどにより対処することができる。

【0042】

次に、この発明の第2の実施形態について説明する。第1の実施形態において

は、マスクブランク上の全ての位置合わせマークの露光を一括して行うようにしているが、この第2の実施形態においては、このような全マークの一括露光を行うことができない露光機を用いて高精度なマーク露光を行う方法について説明する。そのフローチャートを図8に示す。

【0043】

図8に示すように、まず、ステップS51において、マスクブランクにレジストを塗布する。次に、ステップS52において、ステッパーなどでマスクブランク上にマーク露光を分割して行った後、ステップS53において現像を行い、ステップS54においてエッチングおよび洗浄を行う。

次に、ステップS55において、上述のようにして作製された位置合わせマーク付きマスクブランクにレジストを塗布する。

【0044】

次に、そのマークに対してアライメント（位置合わせ）をする前に、これらのマーク位置を検出する。この時になるべく多くのマークを検出するようにして、一括露光領域内の複数マークと他の一括露光領域内の複数マークとの相対距離を求める。通常、測定誤差は標本サンプルの平方根に比例するので、マークを100個用いれば精度は10倍に向上する。つまり、一括露光領域内の各マークの相対距離は元々正しいので、それらマークを複数個用いて、各一括露光領域間の相対距離を高精度に測定する。すでに述べたように、この発明では、マスク露光の際にはあまり高精度でないステージを持つ露光機や電子線直描機を用いることができる。しかし、ここでは、複数マークを検出することで誤差を減じてある。このような手法を用いることで、一括露光領域間の位置を正確に測定し、その結果をマスク回路パターンの露光時にフィードバックして正確に露光すれば、大きな面積を一括して露光したのと同程度の精度でマスク露光が可能になる。

【0045】

次に、この発明の第3の実施形態について説明する。図9に電子線縮小分割転写露光方式でのマスクによる位置ずれ補正の概念、図10にそのフローチャートを示す。

【0046】

この第3の実施形態においては、まず、ステップS101においてテストマスクを作製する。図11～図13はウェハなどの基板上に転写されたテストパターンの例を示す。分割転写された回路パターンの繋ぎ精度のみを評価するのであれば、図11や図12に示すようなテストパターンを用意すればよい。

【0047】

図11は、分割転写されたパターンが転写領域の周辺部においても露光領域が全く重なり合うことがない場合に用いるテストパターンで、境界を隔てて向かい合った二つの図形パターンの相対位置の設計値からのずれを測定する。このずれ測定は、例えば測長SEMで二つの図形の重心位置を検出することにより可能である。

【0048】

図12は分割転写されたパターンが一部の露光領域が重なり合う場合に用いるテストパターンで、例えば図中右の転写領域の露光時に、境界上の測定用パターンの外側図形を露光し、図中左の転写領域の露光時に内側図形を露光する。このパターンの外側図形と内側図形との相対位置の設計値からのずれを測定する。このずれ測定は、例えば光学式の合わせ精度測定機を用いてパターンのエッジを検出することにより可能である。

【0049】

分割転写された回路パターンの繋ぎ精度ではなく、絶対的な位置精度を評価するのであれば、図13に示すようなテストパターンを用意すればよい。ただし、あらかじめ別の手段によって、ウェハなどの基板上に高精度な位置合わせマークの主尺を形成しておく必要がある。この主尺と分割転写されたパターンとを、例えば光学式の合わせ精度測定機を用いてパターンのエッジを検出することにより位置ずれを測定する。

【0050】

以下、ステップS102においてステップS101で用意したテストマスクを用いてウェハなどの基板に位置ずれ測定パターンを露光し、ステップS103においてその基板の位置ずれ測定を上記した方法で実施する。一度の露光と一度の測定では十分な精度で位置ずれ測定ができない場合は、露光と測定とを繰り返し

、統計処理を施すことにより安定した補正が可能となる。この際、全てのウェハなどの基板露光機に対して同一のテストマスクを用いるのが、機差補正の観点から望ましい。

【0051】

ステップS105において、上記のステップで得られた位置ずれの測定結果を統計処理して、ウェハなどの基板露光機の電子光学系に起因した位置ずれ量とその位置ずれの補正量とを求める。位置ずれの補正是補正式によるものでも、マトリクスになった補正テーブルによるものでもよい。

【0052】

次に、ステップS106において、第1の実施形態で説明したマスク作製の際に、ウェハなどの基板露光機の位置ずれを補正するように、ステップ105で求めた補正量の分だけマスク回路パターンを変形してマスク露光を行う。そして、この補正込みのマスク回路パターンを持つマスクを用いて、ウェハ等の基板露光を実施すると位置ずれの少ない高精度な露光を行うことができる。この際、各々のウェハなどの基板露光機に合わせて補正量を変えて補正込みのマスクを作製すると、ウェハ等の基板露光機の機差をマスクで吸収することができる。

【0053】

以上、この発明の実施形態につき具体的に説明したが、この発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、この発明の技術的思想に基づく各種の変形が可能である。

【0054】

例えば、上述の実施形態で挙げた数値、形状、材料、工程などはあくまでも例にすぎず、必要に応じて、これと異なる数値、形状、材料、工程などを用いてよい。

【0055】

具体的には、上述の第1の実施形態では、マスク回路パターンが形成される小領域をX方向もY方向も支持領域が取り囲むようなマスクについて説明したが、例えば、J.Vac.Sci.Technol.B9(6)p.3000(1991)に紹介されている方式の電子線縮小分割転写露光装置用のマスクにも、この発明を適用することができる。ここ

で、このマスクは一方向に小領域が長い構造をしているが、第1の実施形態と同様に支持部にマスク用マークを配置し、ステージ移動を伴わずに露光すれば高精度の露光が可能である。

【0056】

また、この図4に示すマスクブランクでは既に裏面のエッチングが済んで支柱3、13が形成されているが、先に位置合わせマークおよびマスク回路パターンを形成した後に、マスク裏面構造の形成を行ってもよい。どちらの工程を用いるかは、その時のマスクに必要な精度とコストとによって決めればよい。

【0057】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明によれば、高価で低スループットのマスク露光機を用いることなく、荷電粒子ビーム縮小分割転写露光用のマスクを低成本で高精度に製造することができる。

【0058】

また、マスク上の全ての位置合わせマークを一括露光で形成することにより、マスク露光時にはマスク露光用の位置合わせマークを参照して露光を行い、ウェハなどの基板露光時には基板露光用の位置合わせマークを参照して露光を行うことができ、これらの位置合わせマークとして別種のものを用いることができる。

【0059】

また、マスク上の全ての位置合わせマークを一括露光で形成することができなくても、縮小光転写方式の露光機を用いて露光を行うなどにより、マスク回路パターンを高精度に形成することができる。

【0060】

また、位置ずれ測定パターンを有するテストマスクを用いて荷電粒子ビーム縮小分割転写露光装置により基板の露光を行うことにより位置ずれ測定パターンを転写し、この転写された位置ずれパターンから、その荷電粒子ビーム縮小分割転写露光装置の光学系やステージ機構系のずれや歪みを検出し、マスク回路パターンの露光時にそのずれや歪みなどを補正することにより、高精度のマスクを得ることができ、このマスクを用いて露光を行うことにより基板の露光を高精度で行

うことができる。

【図1】

また、複数の露光工程を有する半導体装置の製造方法において、ウェハなどの基板露光時の層間の重ね合わせ精度の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

電子線縮小分割転写露光方式で用いる透過型マスクを示す断面図である。

【図2】

電子線縮小分割転写露光方式で用いるステンシルマスクを示す断面図である。

【図3】

この発明の第1の実施形態によるマスクの製造方法を説明するためのフローチャートである。

【図4】

この発明の第1の実施形態によるマスクの製造方法において用いるマスクブランクを示す平面図および断面図である。

【図5】

この発明の第1の実施形態によるマスクの製造方法においてマスクの支持領域に形成されるマスク用マークの例を示す略線図である。

【図6】

この発明の第1の実施形態によるマスクの製造方法においてマスクの支持領域に形成されるウェハ用マークの例を示す略線図である。

【図7】

この発明の第1の実施形態によるマスクの製造方法においてマスク用マークおよびウェハ用マークを形成した後のマスクブランクを示す平面図および断面図である。

【図8】

この発明の第2の実施形態によるマスクの製造方法を説明するためのフローチャートである。

【図9】

この発明の第3の実施形態によるマスクの製造方法におけるテストマスクによる位置ずれ補正の概念を示す略線図である。

【図10】

この発明の第3の実施形態によるマスクの製造方法におけるテストマスクによる位置ずれ補正の方法を説明するためのフローチャートである。

【図11】

この発明の第3の実施形態によるマスクの製造方法において用いるテストマスクのパターンの例を示す略線図である。

【図12】

この発明の第3の実施形態によるマスクの製造方法において用いるテストマスクのパターンの例を示す略線図である。

【図13】

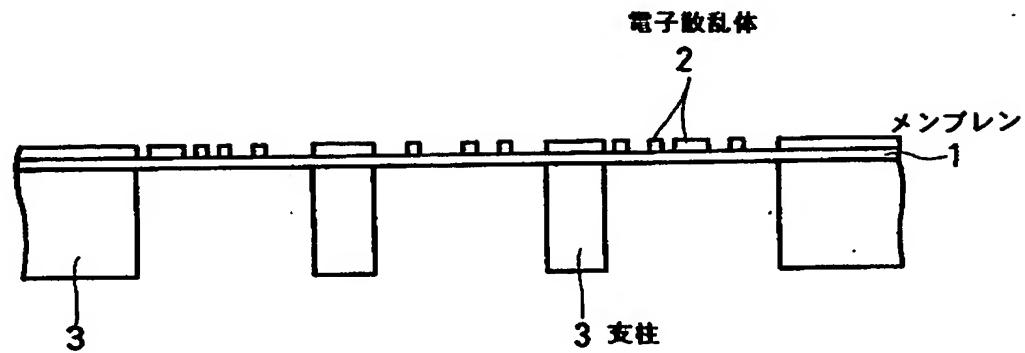
この発明の第3の実施形態によるマスクの製造方法において用いるテストマスクのパターンの例を示す略線図である。

【符号の説明】

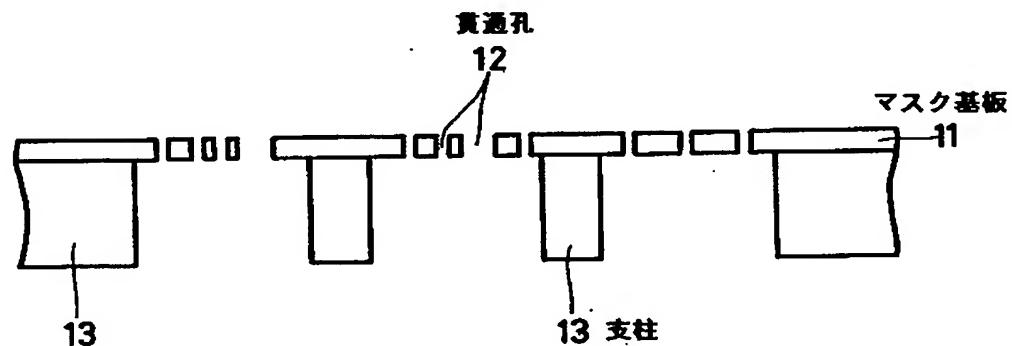
1・・・メンブレン、2・・・電子散乱体、3・・・支柱、11・・・マスク基板、12・・・貫通孔、13・・・支柱、M₁・・・マスク用マーク、M₂・・・ウェハ用マーク

【書類名】 図面

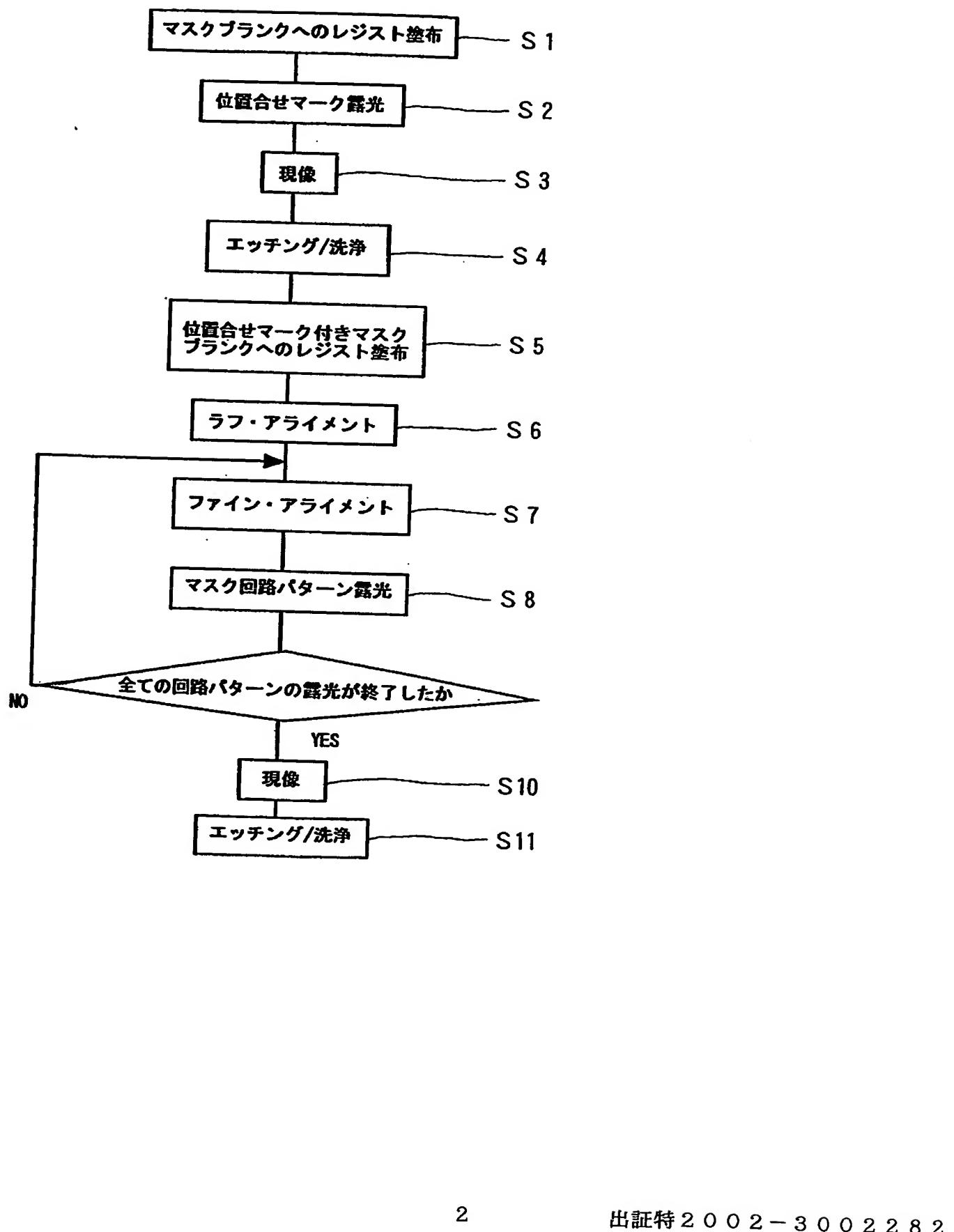
【図1】



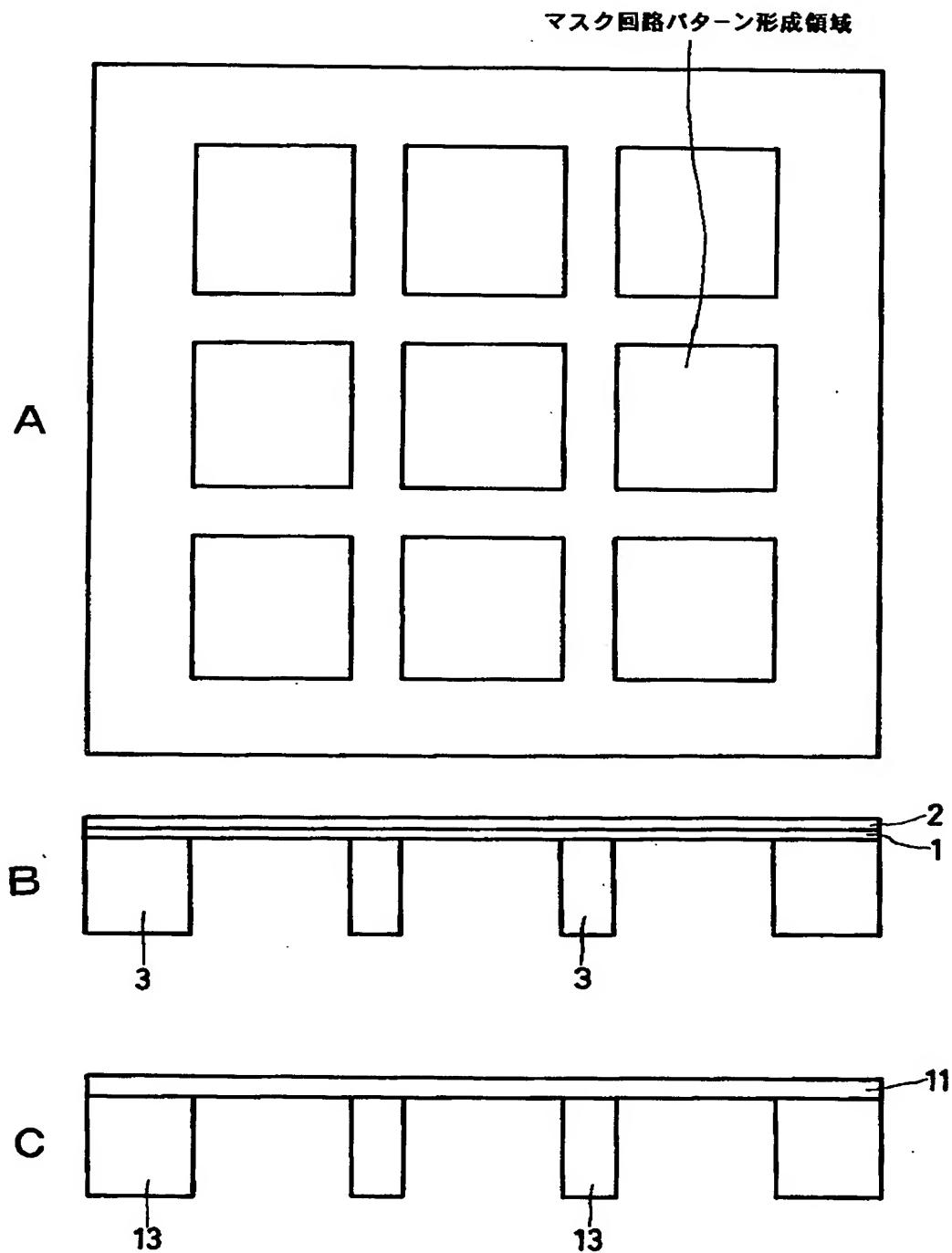
【図2】



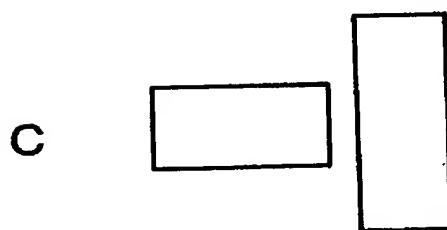
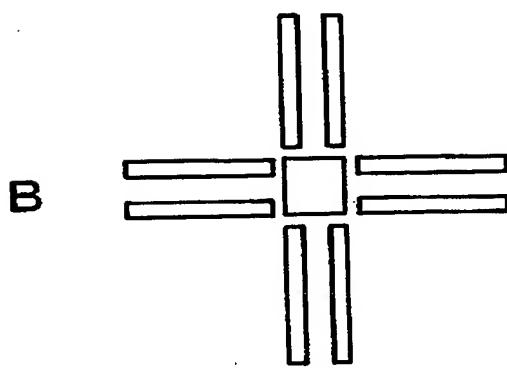
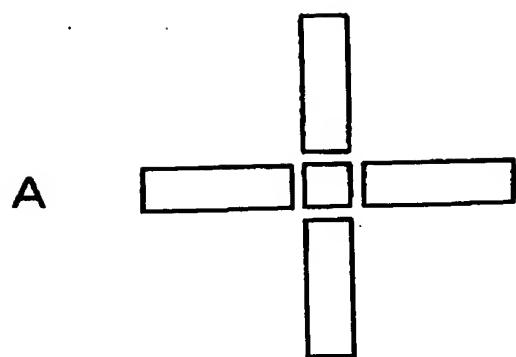
【図3】



【図4】

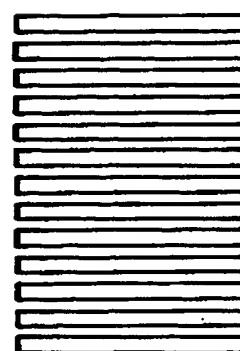
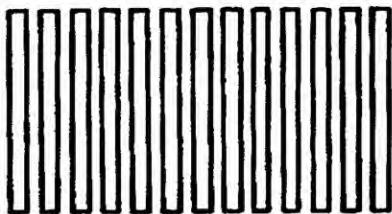


【図5】

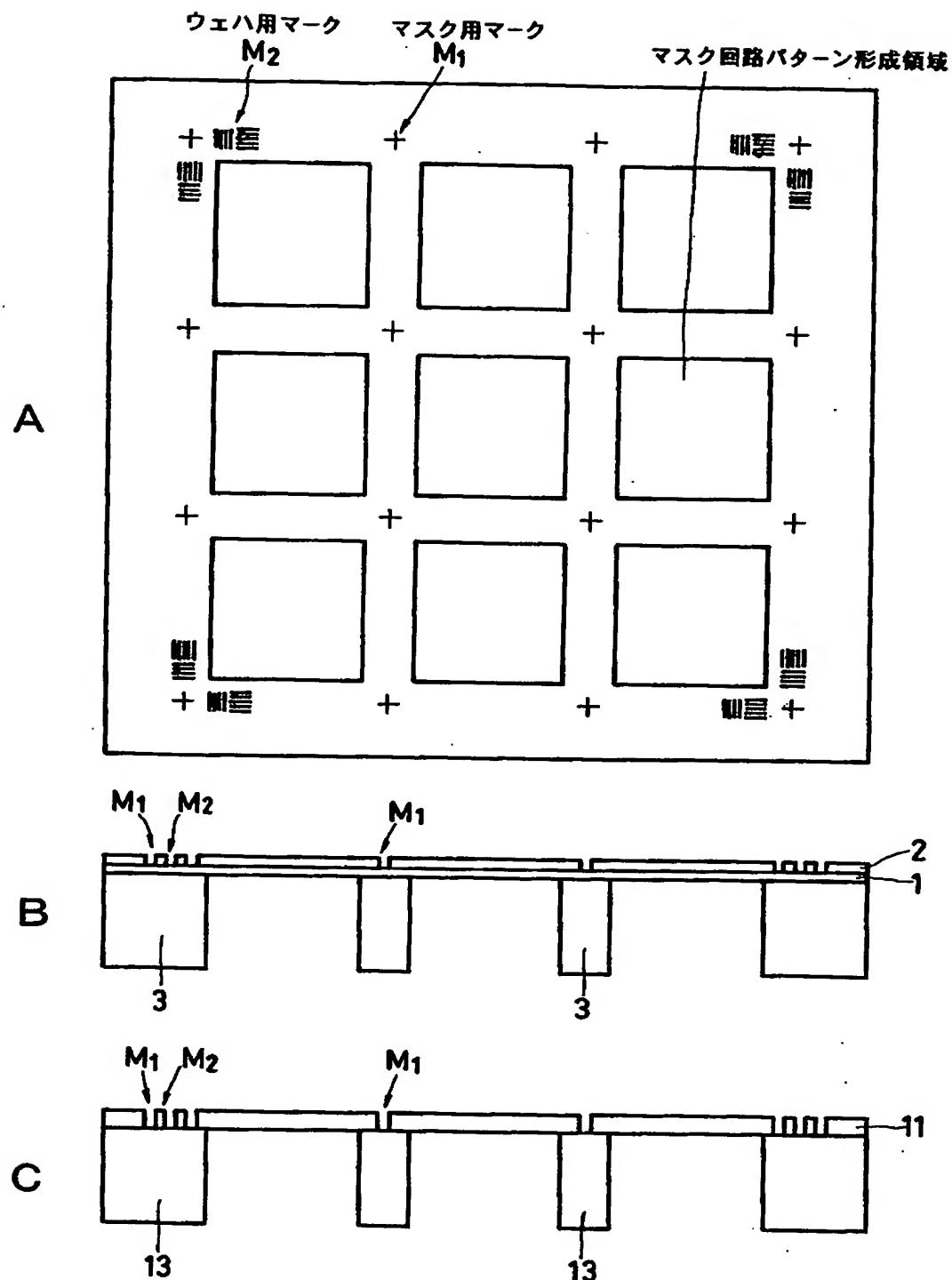


特2001-046363

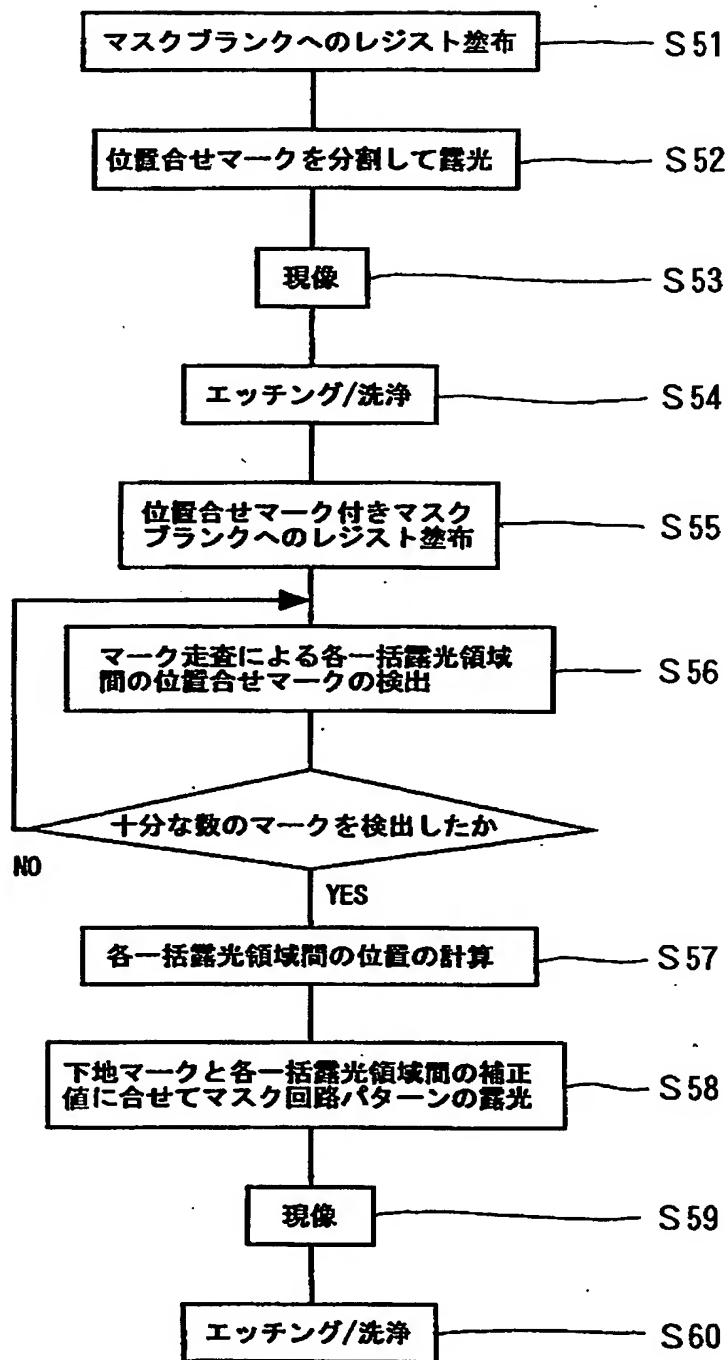
【図6】



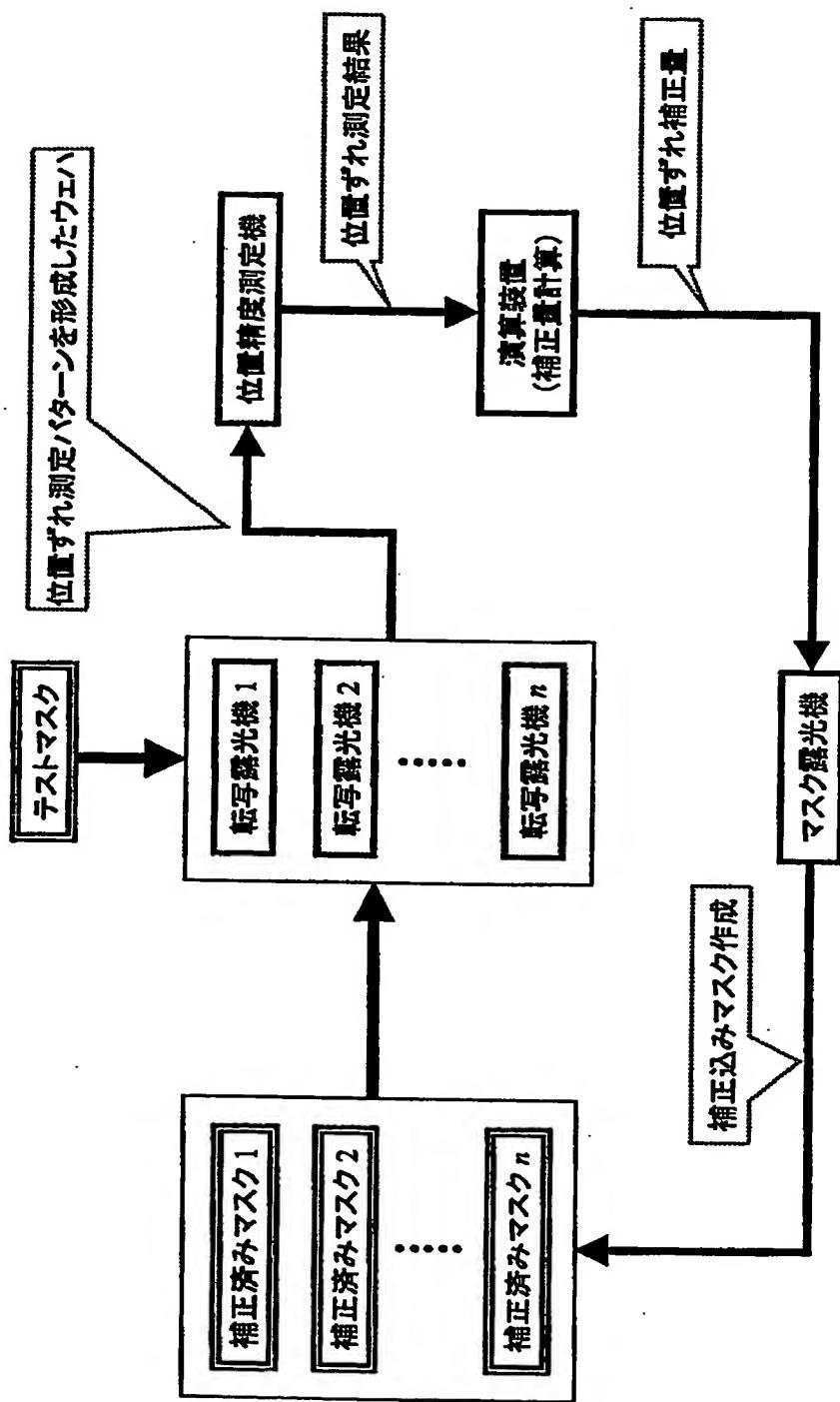
【図7】



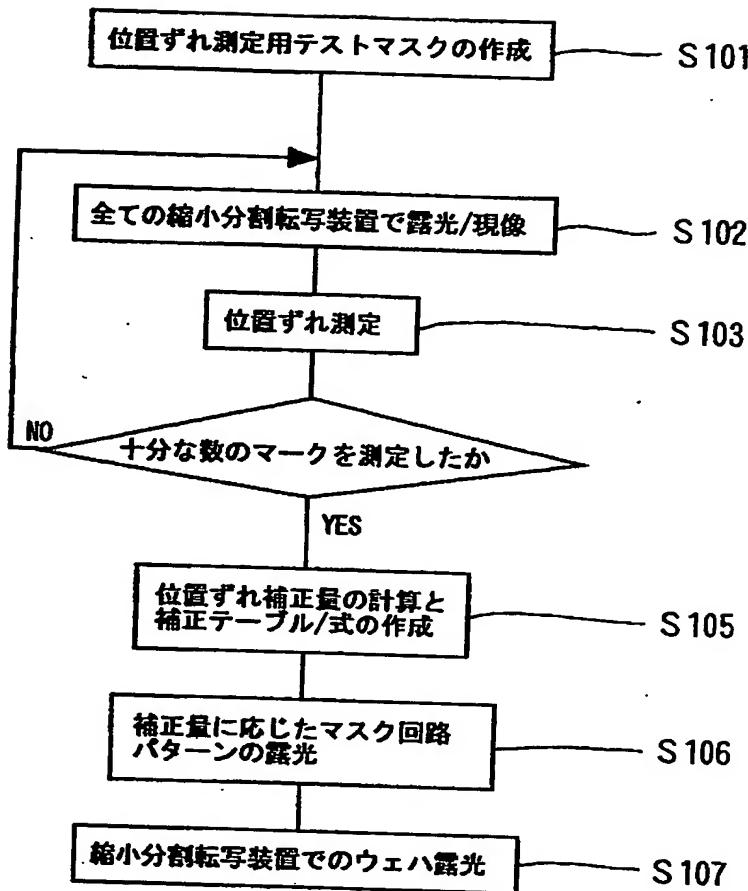
【図8】



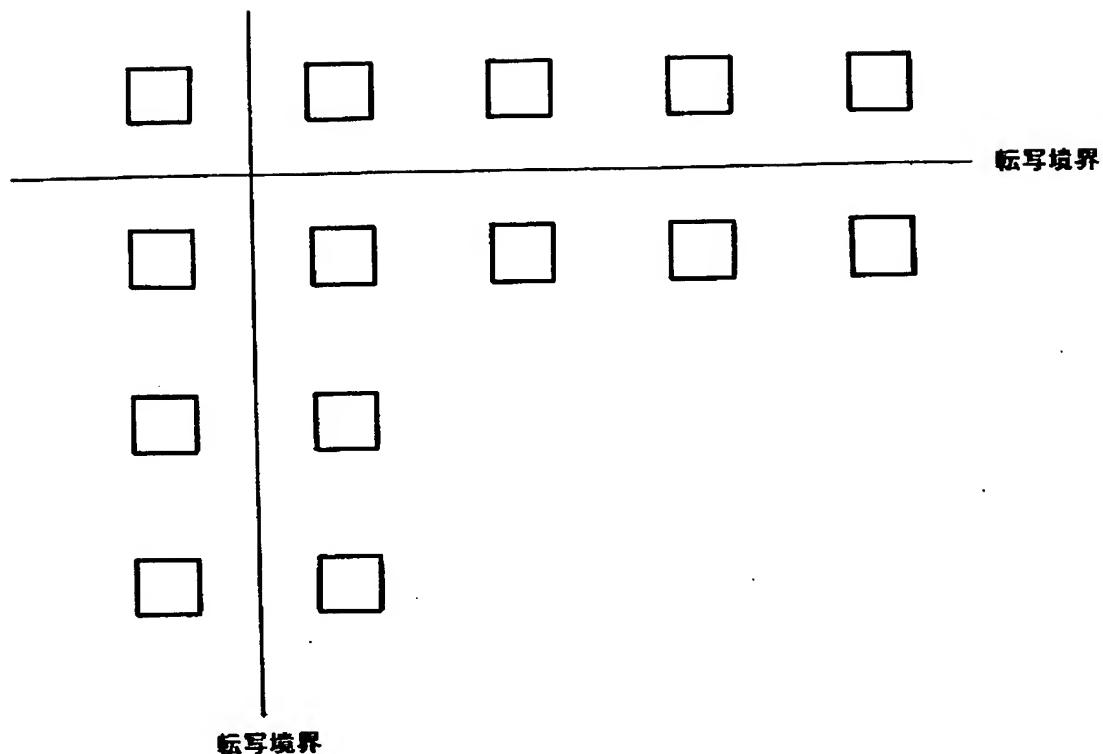
【図9】



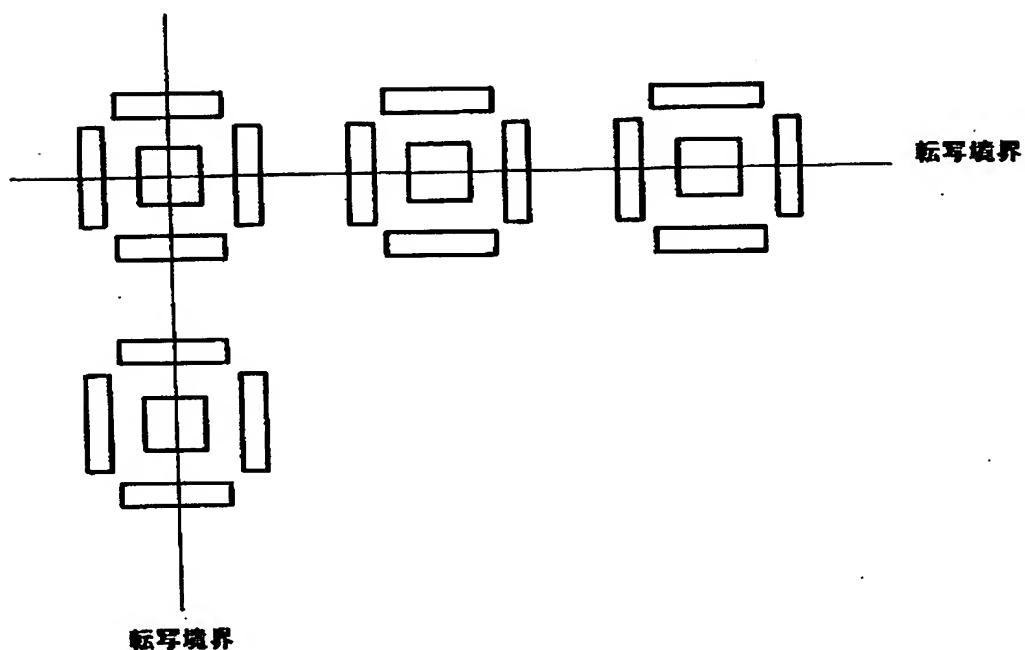
【図10】



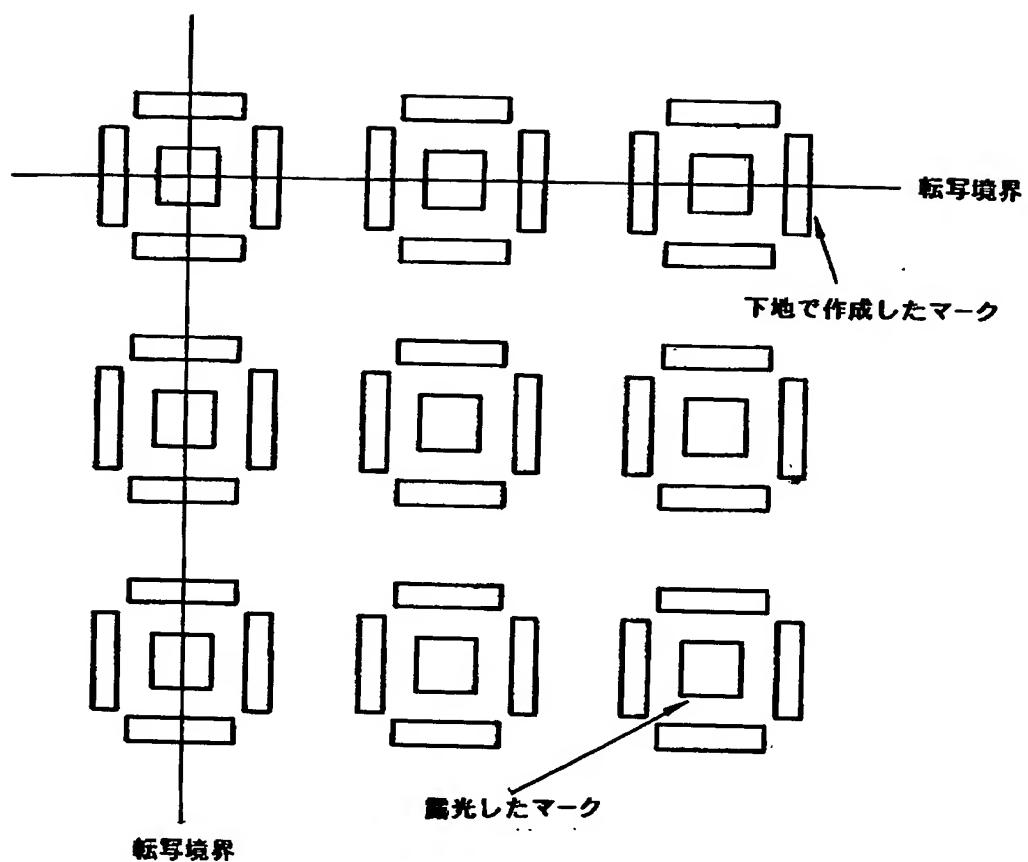
【図11】



【図12】



【図13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 荷電粒子ビーム縮小分割転写露光用のマスクを低成本で高精度に製造し、そのマスクを用いて基板に対して高精度の露光を行う。

【解決手段】 マスク回路パターンが形成される複数の領域と、これらの複数の領域を分離および保持する支持領域とからなるマスクブランクの支持領域に、二種類の位置合わせマーク M_1 、 M_2 を形成し、マスク回路パターンの露光時には位置合わせマーク M_1 を基準に露光を行い、基板露光時には位置合わせマーク M_2 を基準に露光を行う。

【選択図】 図7

出願人履歴情報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号
氏 名 ソニー株式会社